

ALIGNMENT APPARATUS

Patent number: JP62160723
Publication date: 1987-07-16
Inventor: NISHI TAKECHIKA
Applicant: NIPPON KOGAKU KK
Classification:
- **international:** H01L21/30; G03F9/00; H01L21/68
- **european:**
Application number: JP19860001983 19860110
Priority number(s):

Abstract of JP62160723

PURPOSE: To make an ideal off-axis alignment free from offset possible, by performing the fine alignment of a reticle and a wafer applying an alignment optical system fixed with respect to a base.
CONSTITUTION: A mounting stand on which a photo-sensitive substrate is mounted is capable of two-dimensional movement, and marks for alignment formed on the back surface of the photo-sensitive substrate can be observed by an alignment optical system. On the other part of the mounting stand than the mounting part of the photo-sensitive substrate, an optical pass-length calibration means is provided. The focal position of the alignment optical system is calibrated by an amount nearly corresponding with the thickness of photo-sensitive substrate, and a transferred image on the surface of photo-sensitive substrate on the mounting stand can be observed by the alignment optical system. According to such a means, the alignment optical system is capable of observing both of the transferred image formed on the surface of photo-sensitive substrate and the marks formed on the back surface of photo-sensitive substrate. Alignment accuracy can be increased, and matching between alignment systems can be easily attained, thereby.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-160723

⑮ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)7月16日

H 01 L 21/30

G 03 F 9/00

H 01 L 21/68

Z-7376-5F

7124-2H

7168-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑭ 発明の名称 アライメント装置

⑰ 特 願 昭61-1983

⑱ 出 願 昭61(1986)1月10日

⑲ 発 明 者 西 健 爾 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内

⑳ 出 願 人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 佐藤 正年 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

アライメント装置

2. 特許請求の範囲

マスク上のパターンを感光基板の感光層に転写するに際し、該感光基板の裏面に予め形成されたアライメント用マークをアライメント光学系を用いて検出することにより、前記マスクと感光基板との相対的位置関係の整合を行うアライメント装置において、

前記感光基板が、2次元的に移動可能に載置されるとともに、前記アライメント光学系によつて感光基板裏面を観察可能とした載置台と、

該載置台のうち、前記感光基板の載置部分以外の部分に設けられ、かつ、前記アライメント光学系の焦点位置をほぼ感光基板の厚さに対応する量だけ補正して前記アライメント光学系により載置台上の感光基板表面位置の転写像を観察可能とする光路長補正手段とを具備したことを特徴とするアライメント装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、例えば半導体ウエハ上のレジスト層などに対し必要なパターンの焼き付けを行う露光装置にかかるものであり、特にそのアライメント装置の改良に関するものである。

〔発明の背景〕

従来の露光装置では、一般に半導体ウエハのうち露光されるべき面、すなわちレジスト層が形成されて光が照射される面側にアライメント用のマークが形成されている。そして、このマークと、レチクルないしマスクに形成されたアライメントマークとを用いて半導体ウエハとレチクル(ないしマスク)との位置合わせが行なわれる。

しかしながら、かかるアライメント方式では、ウエハ裏面に塗布形成されたレジスト層を通してアライメントマークを観察することとなるため、明瞭に観察することが困難となり、結果的にアライメント誤差が増大することとなる。特に近年においては、集積回路の集積度の向上に伴つて増々

パターンが微細化する傾向にあり、かかるアライメント誤差の低減が要望されるに至っている。

また、かかるアライメントとして、ダイバイダイアライメントを行う場合には、レチクル上にアライメント光学系等の装置を設けなければならない。このため、該装置の光学系が露光用の照明光を妨げないように、ステツブ^的時に出入れするか、あるいはダイバイダイ用のマークを一定の位置に定める必要がある。

他方、かかるアライメント用の装置を分離すると、各アライメント系間のマッチングを行う必要が生ずる。

〔発明の目的〕

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、アライメント精度の向上を図り、アライメント系間のマッチングを容易にとることができるとともに、マーク位置の選択の自由度が高いアライメント装置を提供することをその目的とするものである。

〔発明の概要〕

対象となるパターンが形成されたレチクルRは、レチクルホルダ1に保持されており、このレチクルホルダ1はコラム2によつて適宜位置に支持されている。レチクルRにはアライメント用のマークSX、SY、Sθが各々設けられており、また、レチクルホルダ1は駆動部3によりコラム2に対して移動可能に構成されている。

次に、コラム2の下方には、投影レンズ4が配置されており、この投影レンズ4のレチクルRと共役となる光学位置にウエハWが配置されている。

このウエハWは、ガラスプレート5上に配置されており、更にガラスプレート5は、θテーブル6によつて支持されている。このθテーブル6は、回転中心6aを中心として微小回転可能に構成されており、この駆動はθテーブル駆動部7によつて行なわれ、回転角度はθ角度読み取りエンコーダ8によつて読み取られるようになっている。前述したガラスプレート5には、適宜位置に光路長補正手段としてのガラスブロック5Aが設けられており、その表面には、基準マークFMが形成さ

本発明によれば、感光基板が載置される載置台は、2次元的に移動可能であるとともに、アライメント光学系によつて感光基板裏面が観察できるように構成されている。例えば、感光基板裏面に形成されたアライメント用のマークがアライメント光学系によつて観察される。

載置台のうち、感光基板の載置部分以外の他の部分には、光路長補正手段が設けられる。この光路長補正手段は、アライメント光学系の焦点位置を、ほぼ感光基板の厚さに対応する量だけ補正し、これによつてアライメント光学系により載置台上の感光基板表面上の転写像を観察できるようになっている。この手段により、アライメント光学系は、感光基板の表に形成される転写像（パターン又はマーク）と感光基板の裏に形成されたマーク等のいずれも観察できることとなる。

〔実施例〕

以下、添附図面を参照しながら本発明の実施例について説明する。第1図には本発明の実施例の全体構成が示されている。この図において、露光

れている。この部分については後から詳述する。

次に、θテーブル6は、Z方向すなわち上下方向に微動可能なZテーブル9上に配置されている。このZテーブル9の移動は、Zテーブル駆動部11によりZ方向移動案内ローラ10の案内のもとに行なわれるようになっている。

次に、前述したZテーブル9は、Z方向移動案内ローラ10を介してYステージ12上に配置されている。このYステージ12は、図の紙面と垂直の方向に直進移動可能となつており、その駆動はYステージ駆動部13によつて行なわれるようになっている。

次に、Yステージ12は、Xステージ14上に設けられている。このXステージ14は、図の左右方向すなわちZ・Y方向と各々直交する方向にXステージ駆動部15によつて移動可能に構成されている。このXステージ14は、定盤ないしコラムベース16上に配置されている。

次に、このコラムベース16の上面略中央には、ガラスプレート5との間に投影レンズ4の方向に

向かつて対物光学系17が固定して設けられている。この対物光学系17は、ウェハWの裏面に形成されたマークを検出するためのものである。更に、この対物光学系17は、ウェハWがガラスプレート5上になく、レチクルRのマーク $S\theta$ 、SX、SYの投影像も観察できるように、投影レンズ4の光軸AXと同軸に配置されている。

そして、コラムベース16の内側には、レーザなどの光源18が側方に設けられており、その光はハーフミラー19によつて対物光学系17内に進入するように構成されている。また、コラムベース16の底側には、対物光学系17及びハーフミラー19に対応してアライメントセンサ部20 θ 、20X、20Yが各々設けられている。これらのアライメントセンサ部20 θ 、20X、20Yは、各々ウェハWの裏面に形成されたマーク、又はレチクルRのマーク $S\theta$ 、SX、SYの投影像を光電検出し、これらのマークと所定の検出中心とのずれを検出するためのものである。これらのアライメント光学系は、いずれも定盤すなわちコラムベース16に

固定されているため、ステージの振動等による影響を受け難い。このため、精度よくアライメントを行うことができる。

次に、前述したZステージ9上の側部には移動鏡30が設けられており、他方、投影レンズ4の鏡筒下部には固定鏡31が固定されている。移動鏡30にはミラー32及びビームスプリッタ33を介して干涉計34の光が入射しており、固定鏡31にはビームスプリッタ33を介して干涉計34の光が入射している。すなわちレーザ光の発生源を含む干涉計34の光が移動鏡30及び固定鏡31に各々入射しており、各々の反射光の干涉を利用してY、Xステージ12、14によるウェハWの座標値が計測されるようになっている。

次に、前述したアライメントセンサ部20 θ 、20X、20Yは、各々アライメント処理部40に接続されている。このアライメント処理部40は、アライメントセンサ部20 θ 、20X、20Yからのアライメント信号に基づいてウェハWの θ 、X、Y方向の位置補正量を決定するものである。

次に、上述した駆動部3、 θ テーブル駆動部7、角度読取エンコーダ8、Zテーブル駆動部11、Yステージ駆動部13、Xステージ駆動部15、干涉計34及びアライメント処理部40はいずれも主制御装置50に接続されている。この主制御装置50は、

- (a) レチクルRのアライメントの際の駆動部3の制御、
- (b) ウェハWのグローバルアライメントの際の θ テーブル駆動部7、角度読取エンコーダ8、Yステージ駆動部13、Xステージ駆動部15、干涉計34による制御、
- (c) 1回の露光ショット毎のアライメント(所謂ダイ・バイ・ダイアライメント)の際のZテーブル駆動部11、Yステージ駆動部13、Xステージ駆動部15、干涉計34、アライメント処理部40による制御

などを統括するものである。

第2図には、ウェハW上におけるレチクルR上のマークSX、SY、 $S\theta$ の投影像の一例が示され

ている。この図において、内側の枠は小さなショットサイズSSを示し、外側の枠は大きなショットサイズLSを表わす。なお、ショットサイズは、露光すべき1つのパターンのサイズである。いずれもショット中心ないしレチクル中心SCを合わせて表わされている。

マーク像SX S、SY S、 $S\theta$ Sは、ショットサイズSSにおけるレチクルRのマークSX、SY、 $S\theta$ の投影像であり、マーク像SX L、SY L、 $S\theta$ Lは、ショットサイズLSにおけるレチクルRのマークSX、SY、 $S\theta$ の投影像である。この図におけるx、y座標は、ウェハステージ上における走り座標である。

次に第3図を参照しながら、第1図で示したガラスプレート5のガラスブロック5Aと基準マークFM(フィデューシャルマーク)について説明する。

ガラスブロック5Aは、ガラスプレート5に設けられるがその位置は、ウェハ鏡像面以外のところであり、このガラスブロック5Aの表面高さは、

ガラスプレート5上に配置されたウェハWの表面ないし露光面の高さにはば一致している。基準マークFMは、かかるガラスブロック5A上にクロム等の材料で形成されている。

第3図において、ガラスブロック5Aは円形の平面を有しており、第2図に示したウェハWの走り座標 x ・ y と同一の座標に対応して2組の基準マークFM x ・FM y が各々形成されている。基準マークFM x は、 y 方向に延びた平行な2本の線から成っており、基準マークFM y は、 x 方向に延びた平行な2本の線から成っている。

尚、ガラスブロック5Aは、不図示の焦点合わせ装置が組み込まれている場合は、ガラスプレート5を上下動できるため、投影レンズ4の結像面と正確に一致させることができる。

次に、第4図を参照しながら、アライメントセンサ部20X・20Y・20 θ の構成について詳細に説明する。なおいずれも同様の構成であるので、アライメントセンサ部20Yを代表して説明する。

対物光学系17の結像面FP $_0$ は、第1図に示す

58Aを各々通過してテレビカメラ59Aに入射するようになっている。これらのうち、ミラー50Aと第1対物レンズ51Aとは、全体が一体として矢印PAYの方向にアライメント時を除いて移動可能となつている。これは、第2図に示したショットサイズLS・SSの変更に伴つて行なわれる操作である。光源55Aは、第1図の光源18に対応するものである。また、アパーチャプレート57Aの窓APYは、アライメントセンサ部20Yの検出中心を規定するものである。この窓APYの位置と、物体P $_2$ の位置と、像Q $_2$ の位置はいずれも共役となつており、また、窓APYとテレビカメラ59Aの受光面の位置も共役となつている。

以上の各部により、アライメントセンサ部20Yが構成されている。アライメントセンサ部20X・20 θ についても同様であり、第4図には、アライメントセンサ部20 θ の各構成要素のうち、矢印A θ の方向に一体に移動するミラー50Bと第1対物レンズ51B・シャッタ54B・光源55B・窓

ように、ウェハWの裏面と一致しており、この結像面FP $_0$ 上の物体ないし空中像P $_1$ ・P $_2$ は対物光学系17を介することにより像Q $_1$ ・Q $_2$ にて結像する。空中像P $_1$ ・P $_2$ としては、ウェハWの裏面に形成されたマークあるいは第2図に示したマークSYL・SYS・S θ L・S θ Sが各々対応する。これらの像Q $_1$ ・Q $_2$ は、光源55A・55Bの光によつて形成される。

光源55Aの光は、シャッタ54Aを介してレンズ53Aに入射する。そして更に、ハーフミラー52A及び第1対物レンズ51Aを通過した後、ミラー50Aによつて光軸が対物光学系17の方向に曲折されるようになつている。曲折された光は、対物光学系17を透過後、結像面FP $_0$ にある物体ないし空中像P $_2$ によつて反射され、再び対物光学系17を透過後、ミラー50Aに入射する。そしてミラー50Aにより光軸が曲折されて第1対物レンズ51Aを通過し、ハーフミラー52Aにより反射される。反射された光は、窓APYを有するアパーチャプレート57A及び結像レンズ

AP θ を有するアパーチャプレート57B及びテレビカメラ59Bが各々示されている。

次に第5図を参照しながら、第4図において説明した結像面FP $_0$ におけるマークの配置例について説明する。この図は、ウェハWをガラスプレート5上から除いてレチクルR上のショットサイズLSのマークSX・SY・S θ を投影したものである。

第5図において、ウェハステージの走り座標に対応する x y 座標系の中心は、対物光学系17の光軸AXと一致している。すなわち、 x y 座標系は、対物光学系17に固定されており、ガラスプレート5あるいはウェハWの移動があつてもそれとともに原点が移動するものではない。

対物光学系17の視野であるイメージフィールドIF内には、第2図において説明したように、レチクルRのマークSX・SY・S θ に対応する像SXL・SYL・S θ Lがあり、アライメントが良好に行なわれている場合には、これらの像SXL・SYL・S θ Lがアライメントセンサ部20X・20Y・

20θの検出窓APX、APY、APθの中心にくる。そして、ステージ12、14等を移動させると、基準マークのうちショットサイズLSに対応する基準マークFMxL、FMyLが各々像SXL、SYLを中心に挟むように配置することができる。なお、基準マークFMxS、FMySはショットサイズSSに対応するものである。

次に、上述した図面の他に第6図ないし第9図を参照しながら上記実施例の全体的動作について説明する。

なお、本実施例においては、レチクルRのマークSX、SY、Sθの形状が第6図(A)の如くであり、また、ウェハWの裏面に形成されるダイバダイアライメント用のマークが同図(B)の如くであり、更に、基準マークFMが同図(C)に示すような形状であるとする。また、これらのマークを第6図(A)ないし(C)の矢印方向にセンサ手段によつて走査したときのセンサ出力は、同図(D)、(E)、(F)に示す如くである。第6図(D)はレチクルRを上方からの照明光で照射し、マークSX、SY、Sθの投

影像をアライメントセンサで光電検出した場合の波形である。第6図(F)も投影レンズを介した光で基準マークFMを照明した場合の波形である。いずれの場合も、マーク部分は遮光性なのでセンサ出力は低レベルになる。従つてアライメントセンサ側からの照明光によつてレチクルR上のマークSX、SY、Sθや基準マークFMを照明する場合はマーク部分での反射光がアライメントセンサに戻つてくるため、第6図(D)、(F)の波形は低レベルと高レベルとが反転する。一方、ウェハ裏面のマーク検出にはアライメントセンサ側からの照明光のみが使われるので、第6図(E)のようにマークの両エッジ端では光が散乱され、他の部分では正反射光が戻つてくるため、エッジでボトムになるような波形になる。また第6図(D)のような波形でも、微分処理を行なえば、第6図(G)のような波形が得られるので、電気的な処理回路は単純にできる。

まず、第7図に示すように、ステージ12、14^モ駆動部13、15により駆動し、ガラスプレ

ート5のガラスブロック5Aが対物光学系17のイメージフィールドIF(第5図参照)内に入るようにする。

次に、レチクルRを照明光LB又は裏面を照射する照明光(55A、55B)により照明し、そのパターン、特にマークSX、SY、Sθを投影レンズを介して投影する。このとき、駆動部3によつてレチクルRを移動させるか、あるいはステージ12、14を移動して、第5図に示すように、レチクルRのマークSX、SYが基準マークSX、SYが基準マークFMx、FMy内に入るようにする。

前述したように、投影レンズ4の焦点位置すなわち共役となる位置は、ガラスプレート5上に載置されたウェハWの上面位置である。従つてマークSX、SYは、ガラスブロック5Aの表面上で結像する。

他方、対物光学系17の共役位置は、ウェハWの裏面位置であるが、ガラスブロック5Aの部分は、厚さが異なっている関係でその表面が共役位

置となる。この位置は、ウェハWの表面位置とはほぼ一致しているため、マークSX、SYの像SXL、SYLと基準マークFMx、FMyとが同時に対物光学系において観察可能となる。

ここで、マークSYを例として説明すると、その露光照明系による像SYLが基準マークFMyの間に形成されることとなる。そこで、アライメントセンサ部分20Yにより検出窓APYを走査すると、第9図(A)に示すような信号が得られる。この図の両端のボトムは基準マークFMyのものであり、中間にあるボトムは像SYLのものである。この信号から基準マークFMyの中心と像SYLの中心とのずれ量Δaを求めることができる。このずれ量Δaは基準マークFMyとレチクルRのマークSYのずれ量に対応する。また同図において、ずれ量ΔbはレチクルRのマークSYとアライメントセンサ部20Yのずれ量である。

次に、アライメントセンサ部20Yのシャッタ54A(第4図参照)を開いて光源55Aにより下方から照明を行うと、アライメントセンサ部

20Yの信号は、第9図(B)に示す如くとなる。この場合は反射光であるから、同図の両端のピークは基準マークFMyのものであり、中間のピークはマークSYのものである。この信号も同一の検出窓APYによつて得たものであるから、左右いずれかの基準マークFMyのピークを第9図(A)のものと比較すると、照明系のテレセン性の誤差によるずれ量 Δc を求めることができる。

以上のようにして求められたずれ量ないしオフセット量 Δa 、 Δb 、 Δc の値に基づいて、対物光学系17に対するレチクルRの正確な位置、すなわち対物光学系17を中心とする座標x、y中におけるレチクルRの位置を知ることが可能となる。これらのデータは、アライメント処理部40から主制御装置50に送られる。

次に、ウェハWは、まずその裏面側にレジストが塗布され、レチクルRのマークSX、SY、S θ が各ショット毎に順次複数焼きつけられ、周知の方法で凹凸のマークが形成される。そしてこの裏面側に対するマーク形成の後、ウェハWはその表

面側が投影レンズ4に対向するように、ガラスブロック5上に載置される。

そして、第8図に示すように、光源18(又は55A、55B等)による照明に基づいてアライメントが行なわれるとともに、レチクルRのパターンの焼き付けが行なわれる。このときのアライメントにおいてアライメントセンサ部20Yの検出窓APYの中心と、対象となるショットのアライメントマークSYの中心とのずれ量 Δd が第9図(C)に示すように求められ、同様にアライメント処理部40から主制御装置50に転送される。これらのオフセット量 Δa 、 Δb 、 Δc 、 Δd を用いて上記パターン焼付け前のアライメントが行なわれ、アライメント位置が最終的に決定されることとなる。

次に、第10図及び第11図を参照しながら、具体的なアライメント位置の算出例について説明する。なお、この例では、レチクルRのマークS θ に対しても対応する基準マークがガラスブロック5Aに設けられている場合を示す。

$$Xoff = DX - RX - (SDMX - DMX) \dots\dots (1)$$

$$Yoff = DY - RY - (SDMY - DMY) \dots\dots (2)$$

$$\theta off = D\theta - R\theta - (SDM\theta - DM\theta) - YOFFSET \dots\dots (3)$$

で表わされる。

以上の例では、アライメントセンサ部20X、20Y、20 θ の検出窓を基準としてオフセット量を求めているが、例えば基準マークFMに対するオフセット量を求めるようにしてもよい。

このように、ガラスブロック5Aを利用することにより、対物光学系17は、ウェハWの裏面に形成されるマークと、表面に投影されるレチクルRのマークの双方を観察することが可能となり、これによつて上述したオフセット量を求めることができる。そして、かかるオフセット量の補正をステップ・アンド・リピート方式のアライメント時に行うことにより、ウェハWの裏面のマークによるアライメントに基づいて表面の対応位置に良好にパターンの投影、転写を行うことができる。

なお、本発明は何ら上記実施例に限定されるも

第10図には、レチクルRを上方より照明したときに生じる第9図(A)に対応する信号波形がレチクルRのマークSX、SY、S θ に対して各々示されている。各アライメントセンサ部20X、20Y、20 θ の検出窓、APX、APY、AP θ (第5図参照)の一方の端部から基準マーク中心までの距離を各々DMX、DMY、DM θ とし、マークSX、SY、S θ の像SXL、SYL、S θ Lの中心までの距離を各々RX、RY、R θ とする。また、距離DMX、DMY、DM θ に対し、第9図(B)で説明した光源18(第1図参照)又は光源55A、55B(第4図参照)による自己照明によつて得られた値を、SDMX、SDMY、SDM θ と表現する。

次に、第11図(A)ないし(C)に示すように、ダイバダイアライメント時における検出窓APX、APY、AP θ の一方の端部からマークSX、SY、S θ に対応するウェハW裏面のマーク中心までの距離を各々DX、DY、D θ とする。

以上の場合において、各X、Y、 θ のマーク検出におけるオフセット量Xoff、Yoff、 θ offは、

のではなく、例えばレチクルのマーク形状、基準マークの形状等は任意に変更してよい。

また第4図に示したアライメント光学系内にレンズ素子等を光軸方向に移動させる自動焦点合わせ機構を組み込んでおくと、さらに好都合である。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によるアライメント装置によれば、アライメント光学系が所定のペースに対して固定されており、このアライメント光学系によつてレチクル³、ウェハのフラインアライメントを行うので、³以上のアライメント装置を使用する場合に生ずるオフセットがなく、理想的なオフアキンスアライメントを行うことができる。また、レチクルないしマスクの照明系とアライメント装置の自己照明系とのテレセン性、両者の光量差から生ずるオフセットを取り除くオフセット補正機能によつてかかるアライメントがより完全なものとなる。

更に、レチクルに対するアライメント結果は、直接ウェハのアライメントにオフセット値として

考慮されるので、方向 X ・ Y ・ θ のオフセットを同時に観察するようにすれば、レチクルアライメントに要する時間は、レチクル R の照明系及び自己照明系におけるサンプリング時間と演算時間のみであるから、スループットの向上を図ることができる。

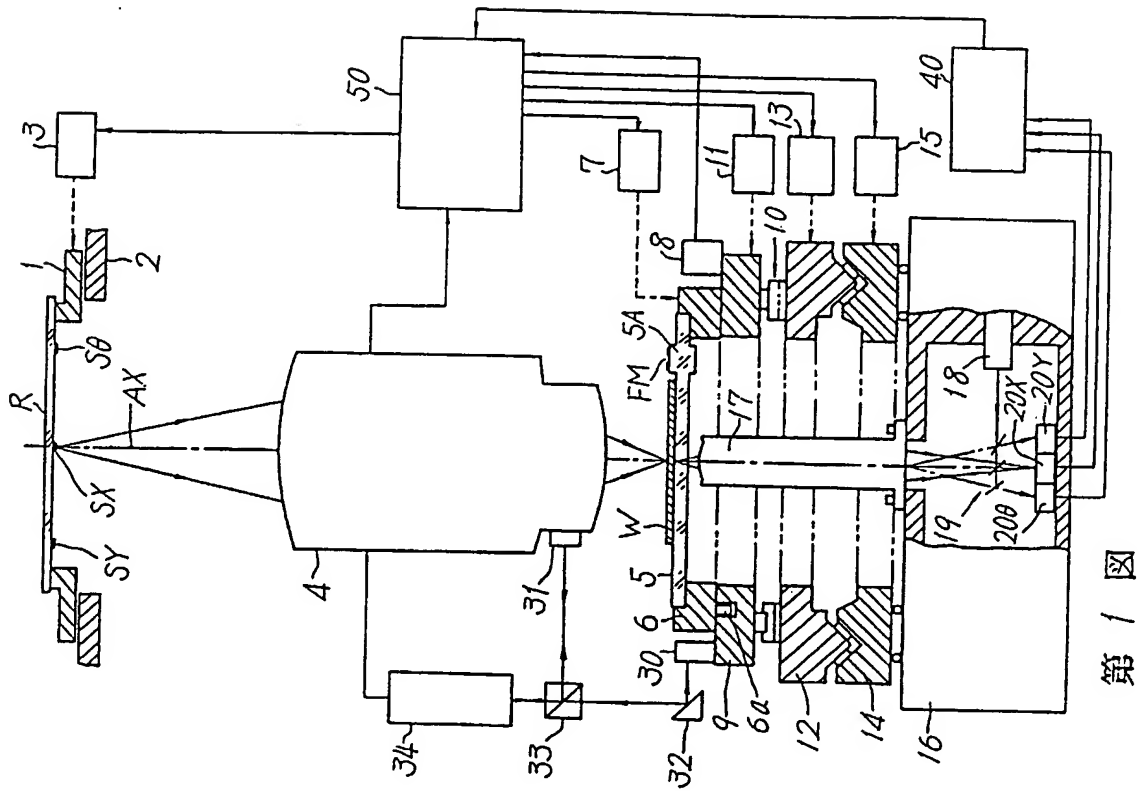
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の全体構成を示す構成図、第2図はレチクル上のマーク例を示す説明図、第3図は基準マークの例を示す説明図、第4図はアライメントセンサ部の詳細な例を示す構成図、第5図は対物光学系のイメージフィールド内のマーク配置例を示す説明図、第6図はアライメントセンサ部の動作と出力信号波形例を示す説明図、第7図はフラインアライメント時の動作を示す説明図、第8図はダイバダイアライメント時の動作を示す説明図、第9図はオフセット量を得るための動作を示す説明図、第10図及び第11図はオフセット量の具体例を示すための説明図である。

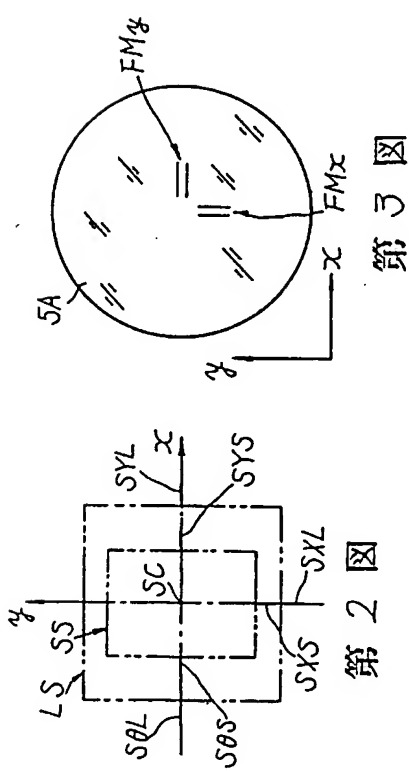
主要部分の符号の説明

4…投影レンズ、5…ガラスプレート、5A…ガラスブロック、6… θ テーブル、12…Yステージ、14…Xステージ、16…コラムベース、18…光源、20X、20Y、20 θ …アライメントセンサ部、40…アライメント処理部、50…主制御装置、R…レチクル、W…ウェハ、FM…基準マーク。

代理人 弁理士 佐藤正年

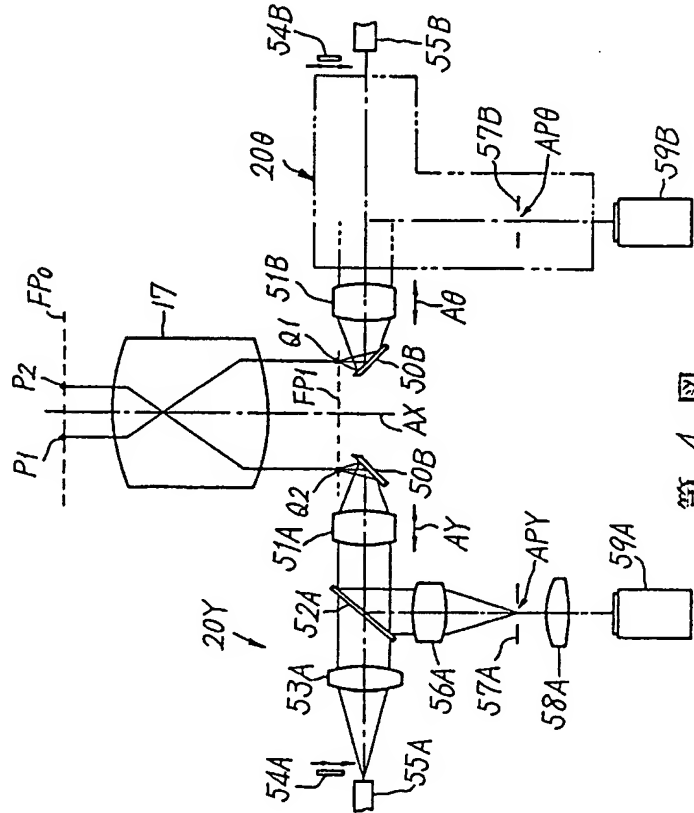


第 1 図

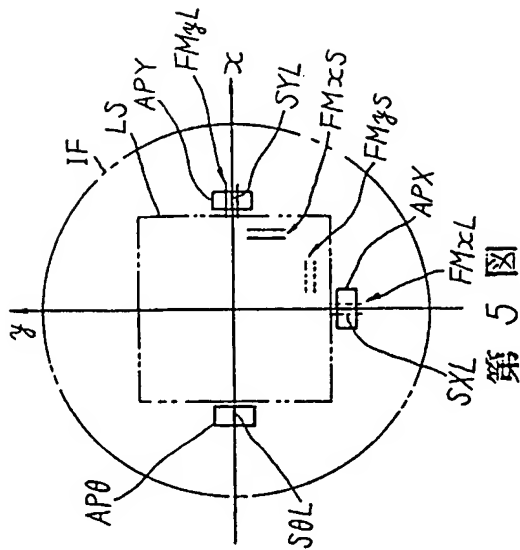


第 3 図

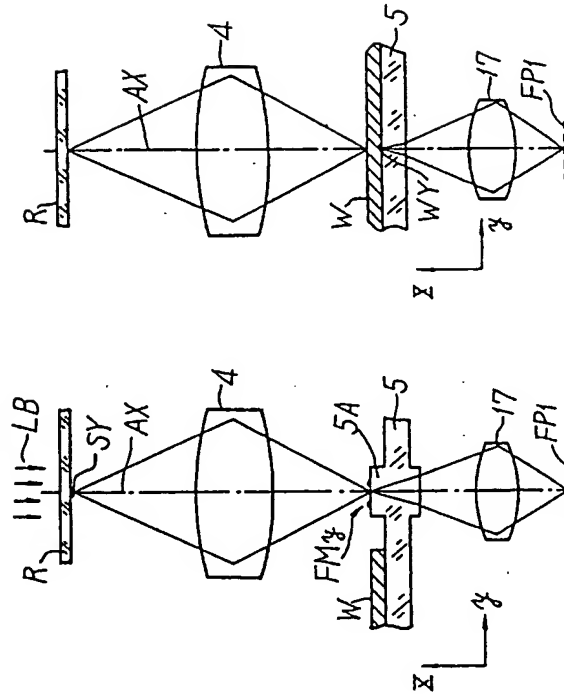
第 2 図



第 4 図

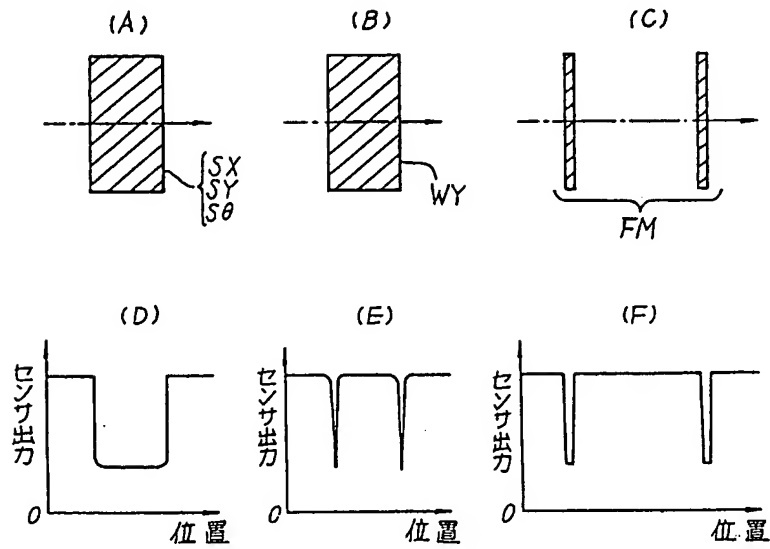


第5図

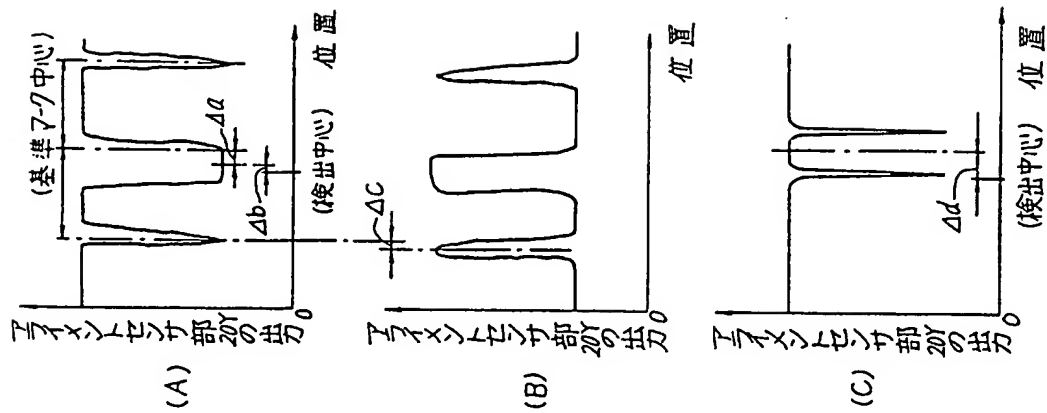


第8図

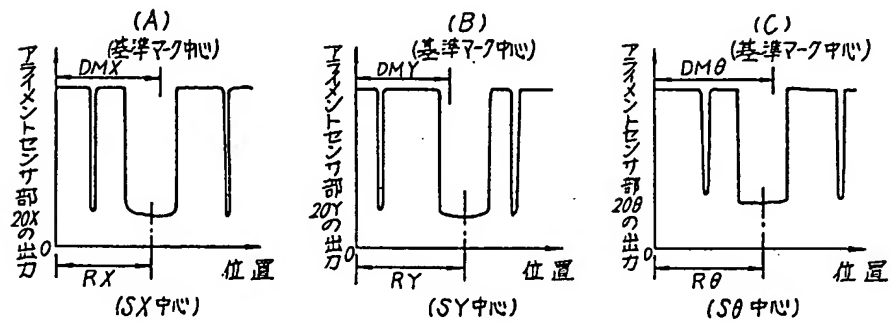
第7図



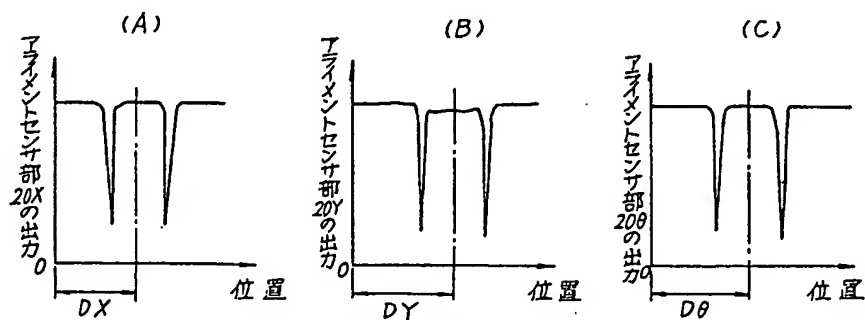
第6図



第 9 図



第 10 図



第 11 図